

# *Producción y colaboración científica en agroalimentación*

> **Zaida Chinchilla Rodríguez**

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

Instituto de Políticas y Bienes Públicos (IPP-CCHS)

y Grupo Scimago

> **Carlos Olmeda Gómez**

Universidad Carlos III de Madrid

Departamento de Biblioteconomía y Documentación y Grupo Scimago

## **1. Introducción**

La evaluación de la actividad científica y la innovación tecnológica se ha convertido en práctica habitual de los países industrializados. Buena prueba de ello es la publicación regular de informes técnicos sobre esta materia desde la década de 1970<sup>1</sup>. A las funciones tradicionales de evaluación (la certificación y detección de la excelencia científica) se ha unido su importancia como valor añadido en la toma de decisiones en ciencia y tecnología, y como herramienta dirigida al cambio estratégico de los sistemas de I+D e innovación. Estas evaluaciones desempeñan un papel significativo en la construcción del potencial científico y tecnológico que se precisa para contribuir a un mayor bienestar social y ser una economía competitiva. Política científica y cienciometría están estrechamente vinculadas, y el seguimiento y evaluación de los sistemas de ciencia, tecnología e in-

**Nota 1.** Véanse los *Science and Engineering Indicators* de la National Foundation Science de Estados Unidos desde 1972, los del Observatorio de la Ciencia y Tecnología de Francia y los *World Science Report* de la UNESCO, entre otros.

novación, en todos sus niveles, exigen herramientas que posibiliten su medición en todas sus dimensiones [34].

Actualmente, las políticas ponen su énfasis en la innovación como proceso colectivo, de interacción y aprendizaje mutuo entre el conjunto de actores que integran el sistema. Desde los enfoques sistémicos de la innovación, la intervención política se justifica para superar las inercias institucionales y promover estrategias e incentivos que estimulen la cooperación, el aprendizaje y la conducta adaptativa entre los agentes del sistema. Estas acciones van dirigidas a dos objetivos: por un lado, solucionar los «fracasos sistémicos» que reflejan las deficiencias de las interacciones para crear trayectorias de desarrollo tecnológico y, por otro, aumentar la eficiencia del sistema, dotándolo de una «arquitectura con poder de distribución de información y conocimiento tecnológico» [7].

Los gobiernos han hecho explícita la necesidad de fomentar la evaluación de las actividades científicas, desde la ciencia básica, aplicada y las contribuciones tecnológicas hasta la colaboración en todos los niveles y sectores productivos. En esta línea, junto a los instrumentos tradicionales de apoyo a la investigación (básicamente la financiación competitiva de proyectos de I+D), se han desarrollado políticas y programas que promueven la movilidad y las asociaciones duraderas entre los actores como medio para incrementar la excelencia científica, la visibilidad y reputación internacional de los países y la difusión e intercambio de conocimiento e innovación.

En el caso español, desde el IV Plan Nacional se insiste en la coordinación de todos los agentes del Sistema Español de Ciencia y Tecnología, especialmente entre programas públicos e iniciativas empresariales. Entre los grandes objetivos estaba favorecer la internacionalización de la ciencia española, dando prioridad a los proyectos encuadrados en el Espacio Europeo de Investigación. En el VI Plan Nacional de I+D+I (PNID)<sup>2</sup> se propone situar a España en la vanguardia de la investigación científica incrementando los niveles de generación de conocimiento, avanzar en la dimensión internacional como base para el salto cualitativo del sistema y la imbricación de los ámbitos regionales en el sistema de ciencia y tecnología, entre otros objetivos.

**Nota 2.** Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica [33], aprobado por el Consejo de Ministros en su reunión del 14 de septiembre de 2007. Disponible en: <http://www.plannacionalidi.es>.

Sin embargo, no es hasta la iniciativa Ingenio 2010<sup>3</sup> que la colaboración científica se convierte en una cuestión de estado para alcanzar los objetivos de la estrategia de Lisboa<sup>4</sup>. A nivel europeo, el refuerzo de las relaciones de colaboración es uno de los principales instrumentos de cohesión y de convergencia hacia la constitución de un sistema transnacional [26]. Los programas Marco exigen la colaboración de equipos plurinacionales para optar a la financiación de proyectos. Ambos casos responden a estrategias a nivel macro de las agencias de financiación para alcanzar objetivos como la integración en la vanguardia de investigadores, la formación de grupos de investigación, la reducción de la duplicación de esfuerzos en investigación y el aprovechamiento de infraestructuras, entre otros aspectos.

Hasta ahora, los indicadores tradicionales se han centrado en estudiar los efectos distributivos de las políticas, aquellos que afectan a los actores de forma individual [36]. Pero el análisis de los sistemas de ciencia va más allá de la suma de resultados individuales y fragmentados, y su caracterización debe reflejar el comportamiento de los agregados (instituciones, sectores, comunidades autónomas, países) como producto de su participación en relaciones sociales estructuradas. Por tanto, sería conveniente y deseable un análisis multinivel [25] que permitiera estudiar la generación de conocimiento e innovación en escenarios múltiples y en ocasiones superpuestas. Los gestores requieren una metodología capaz de captar la heterogeneidad y el carácter multidimensional de las actividades de generación de conocimiento e innovación.

En este contexto, la monitorización de las actividades científicas y tecnológicas constituye una de las herramientas para el seguimiento de los anteriores objetivos con sus respectivas limitaciones, así como para otros instrumentos más específicos destinados a la estructuración y planificación de la Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología<sup>5</sup>. Además, puede ser útil también para los gestores de

**Nota 3.** La iniciativa Consolider-Ingenio 2010 trata de impulsar la creación/renovación de centros de excelencia y la configuración de grandes equipos de investigación. Esta acción, orientada a equipos de investigación de muy alto nivel, exige concentración de esfuerzos, colaboración entre grupos y consorcios con comunidades autónomas, empresas privadas y organismos internacionales. La mayoría de los instrumentos en los que se basa (Cenit y Consolider) hacen un especial énfasis en la colaboración.

**Nota 4.** Durante el Consejo Europeo de Lisboa (marzo de 2000), los jefes de Estado y de gobierno proponen como objetivos convertir a la Unión Europea en la economía más competitiva del mundo y alcanzar el pleno empleo antes de 2010.

**Nota 5.** «I+D e Innovación en España: mejorando los instrumentos», OECD, FECYT, 2007. Disponible en: [http://sise.fecyt.es/Estudios/otros\\_estudios.asp](http://sise.fecyt.es/Estudios/otros_estudios.asp).

unidades de educación e investigación y de información, así como para los propios investigadores.

Con este marco general, este capítulo presenta un análisis multinivel que pretende caracterizar la generación de conocimiento visible internacionalmente en el campo de la agroalimentación en España durante los últimos quince años a partir del análisis de los resultados de investigación en forma de publicaciones científicas. A partir de representaciones visuales de la información científica recogida en bases de datos internacionales, se analizan los patrones de publicación y colaboración. Se espera aportar información de interés para la toma de decisiones en materia de ciencia y tecnología.

## 2. La agricultura

Entre las razones por las que este campo temático resulta interesante, se encuentran las cuatro grandes líneas de trabajo del actual VI Plan Nacional de I+D+I. En la tercera se especifica que se «fomentará la innovación tecnológica en los sectores de Alimentación, Agricultura, Pesca, Medio Ambiente, Energía, Seguridad, Defensa, Transporte, Infraestructuras y Salud, consideradas clave para el desarrollo socioeconómico del país». Además, entre los programas que se van a poner en marcha como parte del plan, destaca el de refuerzo de institutos, departamentos universitarios y centros de excelencia, el de apoyo a la solicitud de patentes y el programa de valorización del conocimiento y transferencia de tecnología<sup>6</sup>.

El pasado 18 de octubre de 2009, uno de los principales periódicos de tirada nacional se hacía eco de la situación del sector, que no parecía nada halagüeña [27]:

«Fuentes recortes de producciones; precios a la baja; ventas a resultas (sin precio pactado y sin garantía de cobro) si se trata de cooperativas; incremento de los precios de los medios de producción del 34,3% desde 2003; resultados negativos de explotación con caída de rentas del 26% en el mismo período, que sólo se compensan parcialmente tirando de las ayudas directas de la Política Agrícola Común (PAC) allí donde existen; caída de los precios de

la tierra por primera vez en quince años; pérdida de 124.000 empleos desde 2005; abandono de explotaciones agrarias y cierres de las ganaderas extensivas; desmantelamiento del sector, y sobre todo, del medio rural con nula incorporación de jóvenes; reformas de la PAC que no aseguran el futuro de la actividad agraria en los países miembros, y falta de una política agraria definida desde la Administración española.

Desde la Administración, el ministerio destacaba recientemente en el Congreso de los Diputados la eficacia de las medias estructurales aplicadas por el Gobierno para apoyar al sector y destacaba la fortaleza, competitividad y vocación de futuro de agricultores y ganaderos.»

Desde el punto de vista de la generación de conocimiento con visibilidad internacional, la agricultura en España no es precisamente un área de gran tamaño científico, pero en este caso, el tamaño no importa tanto como la gran proyección internacional que presenta en términos de especialización y visibilidad.

Desde este contexto social, político y académico, nuestra aportación está relacionada con la caracterización cuantitativa del ámbito agroalimentario. Este enfoque puede ayudar en la detección de las fortalezas y debilidades del sistema de generación de conocimiento y arrojar información sobre aspectos de interés tanto en la transferencia de conocimiento al sector productivo como al sector social, al menos dando cuenta de los resultados de la investigación.

Para ello, este capítulo presenta la definición de los objetivos perseguidos, el material y métodos utilizados, en el que se hace referencia a la fuente de datos y los aspectos metodológicos más relevantes para que el lector ubique los indicadores utilizados. El apartado de resultados presenta tres partes claramente diferenciadas: la primera ofrece una breve descripción sobre el contexto internacional y se adentra en el análisis de la especialización temática y la visibilidad como descriptores clave; la segunda parte presenta la distribución regional y temática a nivel nacional, haciendo énfasis en las pautas de comunicación, y finalmente, la tercera parte caracteriza los patrones de colaboración tanto a nivel general como interinstitucional e internacional. El capítulo termina con un apartado de conclusiones que recoge los aspectos más destacables.

**Nota 6.** Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011. Disponible en: [http://www.plannacionalidi.es/plan-idi-public/documentos/plan\\_nacional\\_08-11.pdf](http://www.plannacionalidi.es/plan-idi-public/documentos/plan_nacional_08-11.pdf).

### 3. Objetivos

El objetivo de este estudio es la descripción del campo temático de la agroalimentación a partir de las publicaciones con visibilidad internacional utilizando la combinación de un conjunto de indicadores bibliométricos y relacionales y la visualización de la información. En concreto, trata de: a) conocer la evolución de la producción científica visible internacionalmente; b) comparar dicha evolución en los niveles nacional, regional e internacional; c) definir los patrones de comunicación científica y su distribución temática; d) situar el campo en términos de excelencia, teniendo en cuenta su visibilidad, especialización y volumen y e) identificar los patrones de colaboración en distintos niveles de agregación.

### 4. Material y métodos

La fuente original para extraer los datos es Web of Science de Thomson Scientific. Su uso y explotación es posible gracias al acceso gratuito dispuesto por el Ministerio de Educación y Ciencia a través de la Fundación Española de Ciencia y Tecnología [13]<sup>7</sup>, como servicio público para las instituciones académicas y de investigación. Para el caso concreto de la ciencia española, la selección de la fuente coincide con la normativa vigente<sup>8</sup>, que establece los criterios del sistema de incentivos.

Dentro del proyecto Atlas of Science [<http://www.atlasofscience.net>] y con fines estrictamente académicos, se recogen datos sobre la producción española en *Science Citation Index Expanded* (SCI-Expanded), *Social Science Citation Index* y *Arts and Humanities Citation Index*. Para el periodo 1990-2005, hemos recuperado 375.256 registros en los que aparece *Spain* en el campo *Address*. Tras la captura se construye un sistema de bases de datos con la información integrada de forma relacionada, que permite operar con los distintos análisis. A esta base de datos se añadió toda la información bibliométrica del *Journal Citation Report* del periodo 1995-2005. Así se configura el

referente comparativo internacional, obteniendo los indicadores de las publicaciones a nivel mundial.

Una conocida limitación de la fuente de datos es la falta de normalización del campo institucional (entre otros), que se agudiza en el caso de los países donde el inglés no es la lengua franca [35]. Desde la década de los noventa vienen apareciendo proyectos o sistemas pilotos que intentan estandarizar las directrices para hacer posible análisis cuantitativos a gran escala [8-10, 14-15, 21].

En este estudio se realiza una normalización de instituciones haciéndolas corresponder con la ciudad y la comunidad autónoma en la que se ubican. Las tablas resultantes se añaden a la estructura relacional descrita anteriormente [19].

La distribución temporal abarca desde 1990 a 2005. Se toma como referencia el año de publicación del número de la revista y no el año de entrada en la base de datos para evitar retrasos en su inclusión [29]. La distribución geográfica se corresponde con las 17 comunidades autónomas y 7 grandes regiones geográficas. La distribución temática responde a la categorización del *Journal Citation Report* que a su vez, se hace corresponder con la elaborada por la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP) centrándonos en Agricultura (AGR), Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ALI) y Ganadería y Pesca (GAN). La distribución por sectores institucionales se basa en el Manual de Frascati y en las definiciones del Ministerio de Educación y Ciencia. En la normalización de las instituciones, al igual que con las comunidades autónomas, cada institución sólo pertenece a un sector: Administración (ADMN), Centros Mixtos (CM), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Empresas, Entidades Públicas de Investigación (EPI); Sistema Sanitario (SS), Sistema Universitario (Univ) y Otros.

Para la *adscripción de los documentos* se utiliza el sistema de cuenta completa, que asigna cada documento a todas las instituciones, comunidades autónomas y países firmantes del mismo. Una vez normalizados los datos, se extraen indicadores bibliométricos convencionales que se combinan con otros de redes sociales. La batería de indicadores con la que se trabaja (tabla 1) está suficientemente documentada en trabajos anteriores [31].

Para analizar la colaboración institucional definimos *documentos sin colaboración* en los que sólo aparece una dirección institucional, independientemente de que sean firmados por uno o más autores de la

**Nota 7.** Fundación Española de Ciencia y Tecnología. Portal de acceso a la Web of Knowledge. Disponible en: <http://www.accesowok.fecyt.es/>.

**Nota 8.** Resolución de 28 de agosto de 1989, modificada y completada por el Real Decreto 1325/2002.

misma institución y uno o más departamentos distintos. En *colaboración nacional*, se consideran los documentos producidos dentro del mismo país entre autores que trabajan en distintas instituciones. En *Colaboración internacional* se consideran los documentos en los que participa al menos otro país además de España.

> **Tabla 12.1.** *Listado de indicadores*

<b>&gt; Indicadores para la dimensión cuantitativa de la producción investigadora</b>	
Ndoc	Número de documentos de cualquier tipo
% Ndoc	Porcentaje de documentos de cualquier tipo
TC	Tasa de crecimiento
IActividad	Índice de especialización temática, índice de actividad o esfuerzo Temático
<b>&gt; Indicadores para la dimensión cualitativa de la producción investigadora *</b>	
FIN	Factor de impacto normalizado de las revistas
FIR	Factor de impacto normalizado de las revistas relativo al mundo
<b>&gt; Indicadores de colaboración científica. Análisis relacional</b>	
Ncol	Número de documentos en colaboración
% Ncol	Porcentaje de documentos en colaboración respecto al total
Ncol internacional	Número de documentos en colaboración internacional
% Ncol internacional	Porcentaje de documentos en colaboración internacional respecto al total
<b>&gt; Indicadores de red</b>	
Grado	Número de actores a los que un actor está directamente unido
Intermediación	Frecuencia con la que un nodo aparece en el camino más corto que conecta otros dos nodos
Cercanía	Suma de la suma de las distancias de un nodo con respecto a sus vecinos

\* Este apartado hace referencia a los indicadores empleados para hablar de visibilidad e impacto de la investigación. Estos dos términos se usan indistintamente para hacer referencia a la situación de la investigación a partir de la información suministrada por los factores de impacto de las revistas en las que se publica con respecto a lo que se hace a nivel mundial.

Fuente: Elaboración propia.

El último apunte metodológico tiene que ver con la incorporación del análisis de estructuras y redes sociales (ARS) para el análisis de la colaboración científica. Es un complemento de los análisis convencionales porque ayuda a identificar el comportamiento de los agregados como producto de su participación en relaciones sociales estructuradas. A diferencia del enfoque de análisis atributivo propio de los indicadores tradicionales, el ARS centra su atención en el estudio de las relaciones [45]. Las redes son formas de interacción social, un sistema abierto y en construcción permanente que implica a conjuntos que se identifican en cuanto a sus necesidades y problemáticas y que se organizan para potenciar sus recursos. La participación de un actor en una red es un acto que influye en la organización de esas interacciones e intercambios. Así, las redes sociales son un intento de articular a la sociedad en su diversidad, mediante la noción de «vínculo» entre los grupos y sujetos definidos por sus múltiples adscripciones. Son un reconocimiento en la interacción y un proceso colectivo [45]. A partir de la información relacional sobre copublicaciones, se crea una matriz de doble entrada de colaboración interinstitucional y también una red heliocéntrica con los países colaboradores.

## 5. Resultados

### 5.1. España en el contexto internacional

En el contexto internacional<sup>9</sup>, España es el cuarto país con más producción y citas en agroalimentación y ocupa el puesto catorce de los 20 países más citados del mundo en citas por documento. Estados Unidos, Inglaterra y Francia encabezan el *ranking*. Las distancias entre el primero y los demás son más que considerables. Estados Unidos triplica el tamaño de los países europeos y, entre ellos, España presenta cifras similares a las francesas. En cuanto a citas, España es superada por Estados Unidos, seguida de Japón y Alemania. El hecho de ocupar el puesto catorce en citas por documento nos sitúa en una posición intermedia entre Australia y Nueva Zelanda, cuyas producciones son sensiblemente menores a las españolas, sobre todo en este último país.

**Nota 9.** Sci-Bites (2007): «The 20 Most Cited Countries in Agricultural Science», enero 1996-diciembre 31, 2006. Disponible en: <http://www.in-cites.com/countries/top20agr.html>.

En el contexto nacional, la aportación media a la producción total del país es del 14%. Desde la década de los noventa, con una representatividad cercana al 10%, viene creciendo de manera sostenida, llegando a suponer un 15,2% en 2005, con un incremento del 55% con respecto a 1990. En producción bruta quintuplica su volumen en el periodo de estudio, duplicando los incrementos registrados a nivel global. De aproximadamente unos 1.100 documentos publicados en el año 1990, se pasa a más de 5.600 trabajos en 2005.

Estas cifras y el ritmo de crecimiento también son superiores a los que se registran a nivel mundial [30]. España presenta una tasa media anual de crecimiento cercana al 12%, frente al 4% del mundo.

¿Qué factores intervienen en este crecimiento? A nivel nacional, ha existido una decidida apuesta por el incremento en la inversión en I+D. Aunque ha sido desigual dependiendo del color político del gobierno, éste no es el único ni el más determinante de los factores responsables del lugar que ocupa la ciencia en España. También intervienen factores estructurales e individuales. Desde los años ochenta hasta la fecha, existen una serie de medidas políticas que llevan a la consecución de un plan nacional de I+D que vertebraba la política científica del país. Este hecho redundaba en la conformación de una masa crítica de recursos humanos que participan en programas internacionales, publican en revistas internacionales para internacionalizar los resultados de su investigación y ser más competentes y competitivos, colaboran con otras instituciones y países, pasan voluntaria y periódicamente evaluaciones más orientadas al reconocimiento y prestigio que al asunto económico, etc. [18] En definitiva, un cambio en los hábitos de publicación que hace que la ciencia española se vaya homologando a nivel internacional.

En lo referente a algunos de los indicadores socioeconómicos, en ciencias agrarias, la inversión bruta en I+D es la que registra los mayores incrementos (84,26%) desde 1995 por delante de las ciencias médicas y las ingenierías y tecnologías. Sin embargo, en términos porcentuales, es el área que recibe la menor parte de los fondos, con una inversión media del 7% del total, frente al 8% de las ciencias sociales, el 13% de las médicas, el 19% de las exactas y naturales y el 51% de las ingenierías y tecnologías.

Por otra parte, la distribución de los recursos humanos (investigadores a tiempo completo) es bastante desigual dependiendo del sector en el que se ubiquen. En enseñanza superior hay un promedio del

5% de todos los investigadores del sector universitario. Este dato está muy lejos de los registrados en ciencias médicas, con un 14%; ingeniería y tecnología, con un 18%; ciencias sociales, que ronda el 22% y finalmente, exactas y naturales, con un 40%. En términos brutos, el incremento en el número de recursos humanos es similar al de ingeniería y tecnología.

En el sector de la Administración Pública, el panorama es bien distinto. En términos relativos, los investigadores en ciencias agrarias son muy superiores a los de sociales e ingeniería y se acercan a los de las ciencias médicas. Por último, el hecho de que el sector agroalimentario tenga cierto carácter aplicado no queda reflejado en su participación en la investigación privada. El sector privado está claramente polarizado hacia la contratación de ingenieros y tecnólogos, acumulando más del 80% del personal en este sector. Estos datos no hacen sino constatar que los recursos humanos que se dedican a la investigación con visibilidad internacional están concentrados en el sector público y que hay un vacío evidente en la inserción y participación del sector privado.

## 5.2. Especialización

El volumen de producción no sólo refleja la actividad del campo y su capacidad para generar conocimiento a nivel internacional, sino también su especialización temática. Si bien es verdad que a nivel general existe una creciente internacionalización de los resultados científicos, existen áreas con más actividad que otras.

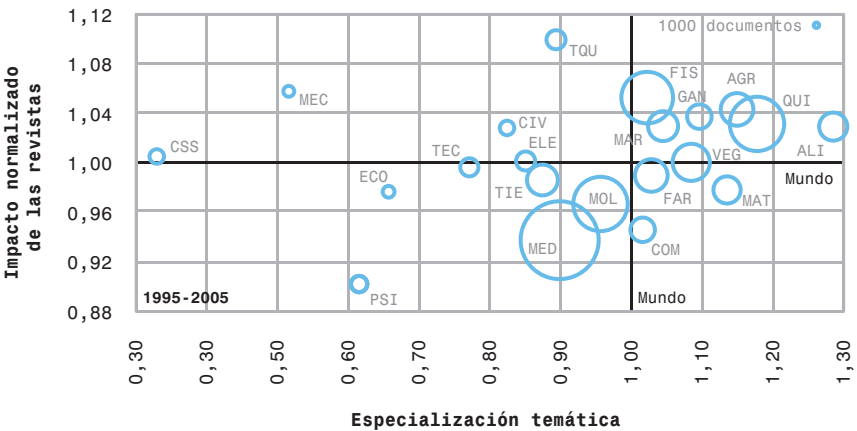
En el caso de la agroalimentación, España está claramente especializada. En términos relativos, el porcentaje de producción científica es mayor que el mundial. Si se compara con la investigación que realizan los países que anteceden a España en el *ranking*, como Japón<sup>10</sup>, Alemania<sup>11</sup> o cualquier país de tamaño medio, como Suecia<sup>12</sup>, Holanda<sup>13</sup>, Suiza<sup>14</sup>, su perfil temático está más especializado en el área biomédica y en física que en agroalimentación. Desde el punto de vista de los resultados puramente bibliométricos, esta intensa actividad constituye una fortaleza. Sin embargo, el hecho de que la

**Nota 10.** Sci-Bytes (2009): *Science in Japan, 2004-08*. Disponible en: [http://sciencewatch.com/dr/sci/09/jul12-09\\_1/](http://sciencewatch.com/dr/sci/09/jul12-09_1/).  
**Nota 11.** Sci-Bytes (2009): *Science in Germany, 2004-08*. Disponible en: [http://sciencewatch.com/dr/sci/09/jul26-09\\_2/](http://sciencewatch.com/dr/sci/09/jul26-09_2/).  
**Nota 12.** Sci-Bytes (2009): *Science in Sweden, 2004-08*. Disponible en: [http://sciencewatch.com/dr/sci/09/oct4-09\\_1/](http://sciencewatch.com/dr/sci/09/oct4-09_1/).  
**Nota 13.** Sci-Bytes (2009): *Science in the Netherlands, 2004-08*. Disponible en: [http://sciencewatch.com/dr/sci/09/sep20-09\\_2/](http://sciencewatch.com/dr/sci/09/sep20-09_2/).  
**Nota 14.** Sci-Bytes (2009): *Science in Switzerland, 2004-08*. Disponible en: [http://sciencewatch.com/dr/sci/09/aug23-09\\_2/](http://sciencewatch.com/dr/sci/09/aug23-09_2/).



investigación esté más volcada en áreas del sector primario dista del comportamiento de otros países consolidados económicamente y es más similar al perfil de países en desarrollo.

> **Gráfico 12.1.** Especialización temática, visibilidad relativa al mundo y volumen de producción (2002-2006)



(Áreas Temáticas. AGR: Agricultura, ALI: Ciencia y Tecnología de los Alimentos, CIV: Ingeniería Civil y Arquitectura, COM: Ciencias de la Computación y Tecnología Informática, CSS: Ciencias Sociales, DER: Derecho, ECO: Economía, ELE: Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática, FAR: Fisiología y Farmacología, FIS: Física y Ciencias del Espacio, GAN: Ganadería y Pesca, HIS: Historia y Arte, MAR: Ciencia y Tecnología de los Materiales, MAT: Matemáticas, MEC: Ingeniería Mecánica, Naval y Aeronáutica, MED: Medicina, PSI: Psicología y Ciencias de la Educación, QUI: Química, TEC: Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones, TIE: Ciencias de la Tierra, TQU: Tecnología Química, VEG: Biología Vegetal y Animal, Ecología)

Fuente: elaboración propia son datos Web of Science.

A nivel nacional se repite este patrón. En los informes editados periódicamente por la Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT) sobre los indicadores bibliométricos de la actividad científica española, se puede apreciar cómo a lo largo de los años las áreas agroalimentarias superan las medias mundiales. La figura 1 es una foto fija del periodo en la que se puede ver cómo todas las áreas –Agricultura (AGR), Ganadería y Pesca (GAN), Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ALI) e incluso la Biología Vegetal (VEG)– que componen el campo están por encima de la media mundial (ejes en negrita), situándose en el cuadrante superior derecho. Esto indica no sólo una especialización temática superior a la mundial, sino también un mayor impacto esperado.

5.3. Visibilidad

La especialización no es la única fortaleza. Siguiendo con el referente mundial como ámbito de comparación, los datos sobre visibilidad internacional también hacen de este campo un ejemplo de fortaleza nacional. Se publica en revistas cuyo factor de impacto es mayor que la media mundial (figura 1) y para el impacto observado (citas reales recibidas), los informes periódicos *National Science Indicators* confirman esta característica. Para el periodo 2002-2006<sup>15</sup>, la citación recibida estaba un 10% por encima de la mundial y continúa ganando puestos. En el quinquenio 2004-2008, encabeza el *ranking* de producción, superando a la física, y el impacto relativo está un 19% por encima del mundial (3,39 citas por documento en España, frente a las 2,86 de la media mundial).

5.4. Distribución regional

El estudio de las CC.AA. está sobradamente justificado<sup>16</sup>, ya que las políticas científicas generan un conjunto de condiciones comunes para las instituciones dependientes de una misma Administración. Siguiendo las recomendaciones de otros expertos [37], si se trata de evaluar comparativamente los efectos de esas políticas, resulta obvia la necesidad de separar lo relativo a cada una de ellas y caracterizar, en la medida de lo posible, su aportación al conjunto nacional.

Desde hace décadas, una característica reconocida del sistema español es la gran concentración geográfica que presenta, debido fundamentalmente a cuestiones de infraestructura. Madrid y Cataluña acumulan prácticamente la mitad de la producción nacional por la fuerte concentración de centros y empresas, de ahí su peso histórico como capitales generadoras de conocimiento.

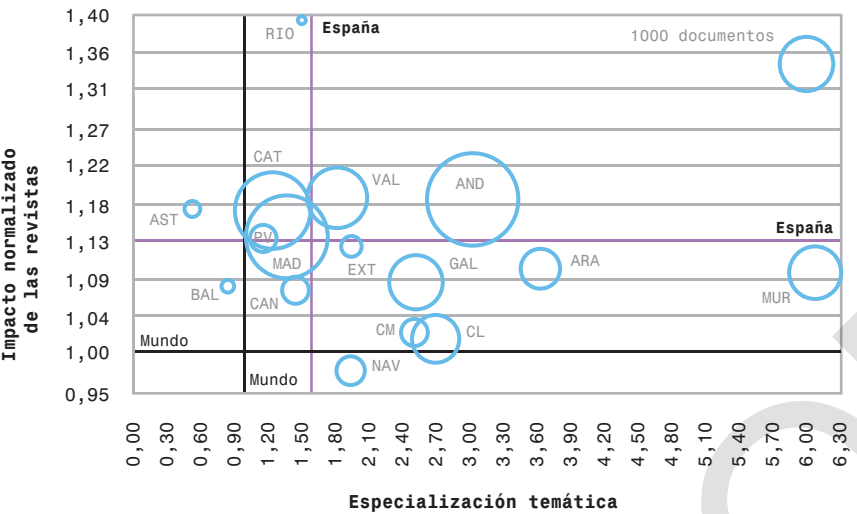
En el área agroalimentaria, se repite este patrón, aunque se va atenuando a lo largo del periodo. La comunidad con el mayor número de documentos es Madrid, seguida muy de cerca por Andalucía y Cataluña y, a cierta distancia, Valencia. El peso relativo de Madrid en el conjunto nacional, sin perder la cabecera de la producción, va descendiendo, dejando espacio para el aumento de otras comunidades. Así, de producir más del 26% a comienzos de los noventa, ha pasado

**Nota 15.** Sci-Bites (2007) *Science in Spain 1981-2006*. Disponible en: [http://www.in-cites.com/research/2007/september\\_3\\_2007-2.html](http://www.in-cites.com/research/2007/september_3_2007-2.html).  
**Nota 16.** Las actividades de I+D+I, así como las políticas de ciencia y tecnología, son una competencia compartida entre el Estado (función de coordinación) y las CC.AA. (promoción de la I+D en sus territorios).

al 22%, frente al aumento de comunidades pequeñas que prácticamente duplican su producción.

Andalucía mantiene la segunda posición pero pierde un 5% de la representatividad inicial. Con altibajos especialmente acusados desde 1997 hasta 2000, comienza con un aporte superior al 22% y termina con el 20,83%. En el caso catalán ocurre lo contrario: del 16% pasa a más del 20%, creciendo cerca del 24% con respecto a 1990. En el cuarto puesto se encuentra Valencia, que pasa del 8,66 al 10,47% (un incremento superior al 20%). Del resto cabe destacar una subida superior al 24% en Galicia, que la sitúa en quinto lugar, con el 9,24%, y en sexto lugar, Murcia, con un 6,47%.

> **Gráfico 12.2.** Especialización temática, visibilidad relativa al mundo y volumen de producción por comunidades autónomas



(Comunidades Autónomas. AND: Andalucía, ARA: Aragón, AST: Asturias, BAL: Baleares, CAB: Cantabria, CAN: Canarias, CAT: Cataluña, CL: Castilla y León, CM: Castilla-La Mancha, EXT: Extremadura, GAL: Galicia, MAD: Madrid, MUR: Murcia, NAV: Navarra, PV: País Vasco, RIO: La Rioja, VAL: Valencia)

Fuente: elaboración propia con datos Web of Science.

La figura 2 muestra una imagen fija para el periodo analizado, en la que se pueden apreciar las tres variables: especialización (eje x), visibilidad (eje y) y número de documentos (volumen). El área de la burbuja determina el tamaño. En términos de especialización y visibilidad, no siempre coinciden las más grandes ni las que más crecen con las más destacadas. Tomando como referente el mundo (ejes en ne-

grita), excepto Navarra, Asturias y Baleares, todas las comunidades autónomas superan las medias en especialización y visibilidad.

Cuando el referente es España (ejes en verde) la situación cambia. Sólo unas cuantas regiones producen investigación de «excelencia». En este caso, el término excelente se refiere a las regiones cuya investigación es sobresaliente, siendo el impacto de su producción y su visibilidad superior a la media nacional y mundial. Estas regiones son las que se posicionan en el cuadrante superior derecho. Así, Andalucía y Valencia son regiones excelentes. El hecho de acumular una gran cantidad de documentos es otro valor añadido, ya que tienen más mérito que regiones más pequeñas en la misma situación.

Si analizamos las variables individualmente, Murcia tiene el máximo de esfuerzo y Navarra el mayor impacto. Las comunidades que, sin alcanzar una buena visibilidad, están especializadas son, además de las excelentes, Castilla y León, Galicia y Extremadura.

En términos cuantitativos, ¿qué hace que estas comunidades se posicionen de esta manera? ¿Qué producen y cómo?

### 5.5. Categorías temáticas

La tabla 1 muestra la distribución temática por comunidades autónomas en columnas y las categorías por filas. Para cada fila existen dos entradas: E para España y M para el mundo. Los colores sitúan las regiones en los dos ámbitos de referencia. Las celdas en blanco representan las categorías con especialización y visibilidad por encima de las medias nacionales (E) o mundiales (M) –las de «excelencia»–. Las celdas en gris oscuro superan la visibilidad pero no la especialización, las que están en gris claro superan la especialización pero no la visibilidad y finalmente, las grises punteadas están por debajo de los valores medios en especialización y visibilidad. Cada celda va acompañada de un número que representa el porcentaje de producción con respecto al total de la categoría.

A nivel nacional, las categorías con más producción son Ciencia y Tecnología de los Alimentos (21%), Biotecnología y Microbiología Aplicadas (17%), Ciencias Ambientales (16%) y Agricultura (10%). El resto no alcanzan el 10%, pero cabe destacar Veterinaria (9%) y Nutrición y Dietética, con un 6,5%. En la distribución mundial el orden cambia. Encabeza el ranking Ciencias Ambientales (18%), seguida de Biotecnología y Microbiología Aplicadas (16%), Veterinaria (15%) y Ciencia y Tecnología de los Alimentos (12%).



> **Tabla 12.2.** Posición de las categorías por comunidad autónoma con respecto a España y al mundo

		AND	ARA	AST	BAL	CAN	CAB	CM	CL	CAT	EXT	GAL	RIO	MAD	MUR	NAV	PV	VAL
Política y economía agrícolas	E	14,85	7,27	3,94	4,85	3,33	1,82	1,82	6,36	12,42	0,91	2,73		25,76	1,82	3,33	5,45	3,33
	M																	
Ingeniería agrícola	E	21,45	2,94			0,35		2,08	5,88	11,94	1,04	18,69		13,84	9,52	1,38	2,60	8,30
	M																	
Agricultura	E	22,92	3,89	1,29	0,85	1,19	0,20	1,49	3,68	11,58	1,17	8,11	0,57	20,52	8,38	2,07	1,76	10,33
	M																	
Zoología e investigación láctea	E	9,86	8,89	3,01	0,36	2,73	0,07	1,54	7,94	17,80	1,66	2,77	0,09	28,40	4,22	1,52	2,54	6,61
	M																	
Agricultura, multidisciplinar	E	22,82	2,81	1,29	0,55	1,45	0,04	2,34	3,87	11,72	2,42	6,64	0,23	18,72	10,55	2,38	1,72	10,43
	M																	
Agricultura, Ciencias del suelo	E	26,61	3,99	0,22	0,16	2,68	0,05	0,82	5,57	7,43	0,71	12,62	0,16	17,65	10,00	1,42	1,42	8,47
	M																	
Biotecnología y microbiotecnología aplicadas	E	15,59	1,76	3,34	0,40	1,48	0,59	0,72	5,61	17,87	1,48	9,03	0,39	24,77	3,55	1,97	2,26	9,18
	M																	
Ciencias ambientales	E	20,51	2,96	1,68	1,22	2,20	1,30	1,66	4,03	21,91	2,50	6,90	0,14	17,65	2,52	0,61	3,83	8,37
	M																	
Piscicultura	E	14,68	0,52	3,48	3,89	7,66	2,20	0,17	2,49	16,13	0,35	24,54		6,09	6,03	0,06	2,09	9,63
	M																	
Ciencia y tecnología de los alimentos	E	16,52	3,44	2,03	0,80	1,43	0,11	1,98	5,08	12,53	1,98	7,04	0,64	23,14	7,16	2,69	2,25	11,18
	M																	
Ciencias forestales	E	12,64	4,05	2,86	0,40	2,07		2,54	8,74	14,94	1,59	9,78	0,08	26,63	2,46	0,64	4,29	6,28
	M																	
Horticultura	E	18,35	5,71	1,36	0,20	1,36	0,20	0,88	1,77	15,77	0,54	5,64	0,48	13,87	13,26	2,24	0,54	17,81
	M																	
Nutrición y dietética	E	16,65	3,09	1,56	2,44	3,50	0,53	1,44	4,34	18,58	1,28	3,69	0,06	22,61	4,25	5,15	4,84	6,00
	M																	
Veterinaria	E	13,70	8,90	0,94	0,16	4,90	0,22	1,06	6,61	18,13	3,98	6,49	0,18	20,83	6,83	1,24	2,07	3,77
	M																	

Fuente: Elaboración propia son datos Web of Science.

Evolutivamente las áreas más emergentes son Piscicultura, Silvicultura y Horticultura, Zoología e Investigación Láctea, aunque cabe destacar los crecimientos de las más productivas.

Son pocas las categorías que no superan las medias de especialización y visibilidad, sin embargo, algunas de las debilidades son, por ejemplo: Cataluña en Agricultura, con más del 10% de la producción, frente a los buenos resultados de todas las demás regiones; Madrid en Agricultura y Ciencias del Suelo, con el 17,65% y la misma proporción en Ciencias Ambientales. En el primer caso, Andalucía, Galicia y Murcia parecieran ser buenos socios potenciales tanto para Madrid como para Galicia, con más del 8%. En Ciencias Ambientales, Cataluña.

Por otra parte, sin desmerecer la medalla de la especialización, quizá haya comunidades que puedan dar un salto cualitativo y mejorar sus resultados en visibilidad, ya que su producción viene siendo constante. También sería deseable alguna mejora en otras que tienen otros frentes débiles. ¿Cómo? No tenemos una respuesta. Sin embargo, ante la pregunta de ¿qué afecta a la investigación agroalimentaria para que sea posible esta fotografía tan favorable respecto a la situación de otras áreas científicas?, buena parte de la respuesta la encontramos en las pautas de publicación.

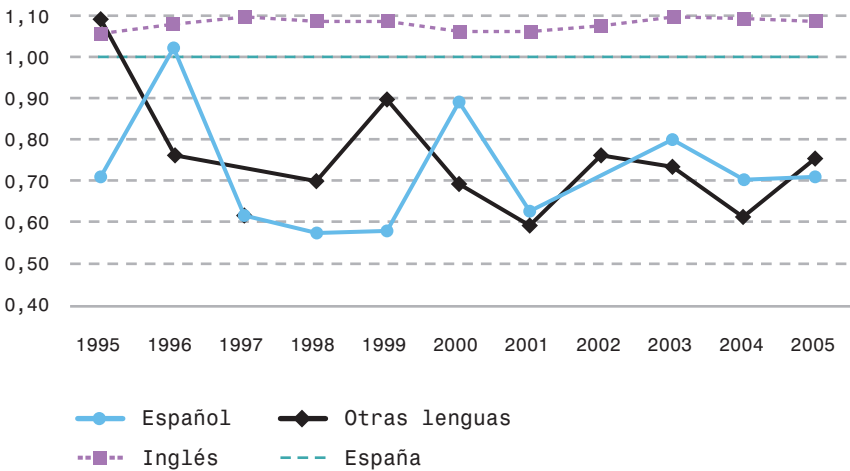
5.6. Lengua de publicación y tipo de documento

La lengua de publicación tiene un papel importante en la difusión de los resultados, sobre todo en el caso de países de habla no inglesa. Los efectos –a la hora de evaluar y comparar– de utilizar la lengua nacional o la inglesa son visibles en términos de uso y consumo de la información. Así, los documentos publicados en inglés tienen mayor visibilidad que los escritos en otras lenguas. En el caso español, desde la década de los noventa el uso del inglés va en aumento, hasta alcanzar prácticamente el 93% de la producción global en el año 2005 [4].

En agricultura estos porcentajes son mayores, superando el 99% desde el año 1997. Esto se traduce en un impacto superior (relativo al factor de impacto de las revistas en las que se publica) al que obtiene la producción española en su conjunto y en general, sobre el de cualquier lengua distinta del inglés (figura 3). Por tanto, a mayor producción en lengua inglesa, mayor probabilidad (que no garantía) de ser más visible, más utilizada, más citada. De las catorce categorías estudiadas, las siete que publican más del 99% en inglés son: Biotecnología y Microbiología Aplicadas, Ciencias Forestales,

Ciencias Ambientales, Agricultura, Multidisciplinar, Piscicultura, Ingeniería Agrícola y Zoología e Investigación Láctea.

> **Gráfico 12.3.** Visibilidad relativa a la producción nacional según lengua de publicación



Fuente: elaboración propia con datos Web of Science.

Otro aspecto significativo de los patrones de publicación es la tipología documental. En el cálculo del tamaño de cualquier campo computan todos los tipos documentales, pero no todos se tienen en cuenta para el cómputo del impacto. El primer conjunto es la producción total, el segundo, la producción primaria o citable. La agroalimentación supera el 96% de producción primaria, frente al 84% del nacional. En el año 1990, casi el 90% de su producción tiene forma de artículo científico, frente a un 93% en 2005. Entre los años 1996 y 1999, estas tasas superan el 96%. También es destacable el protagonismo de las revisiones, que suponen casi un 4% del total y duplican con creces su presencia, con un incremento medio anual del 24%, frente al 16% nacional. Por categorías, Agricultura, Multidisciplinar supera el 99% en artículos, seguida de Agricultura y Ciencias del Suelo y Ciencias Forestales, con más del 97%. En el caso contrario, Nutrición y Dietética es la que presenta las menores tasas (85,4%) y las mayores en forma de actas de congresos (6,23%).

Parece que la hegemonía de estos dos tipos documentales podría estar influyendo en su alta visibilidad. Aunque hay que aclarar que una

gran proporción de documentos nunca son citados, conviene no olvidar que, a mayor volumen de producción, mayor probabilidad de citación.

5.7. Patrones de colaboración

Maximizar los recursos disponibles, establecer redes, incrementar la visibilidad y productividad son, entre otros muchos aspectos, razones por las que se da tanta importancia a la colaboración científica. No sólo a nivel académico, sino también político, económico y social, la colaboración es un indicador de la madurez y eficiencia de las áreas, del adecuado nivel de las infraestructuras y de la coordinación de múltiples actores. Por tanto, el análisis de los patrones de colaboración ayudará a entender mejor la generación y transferencia de conocimiento.

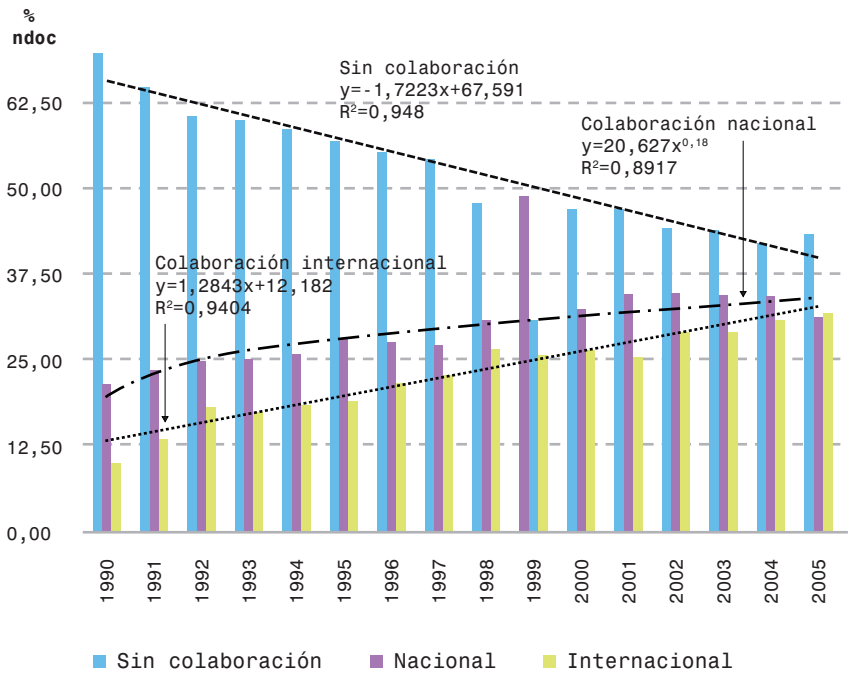
No todas las actividades terminan apareciendo publicadas conjuntamente entre las partes colaboradoras [22]. Su cuantificación se puede hacer a través de los proyectos, contactos informales, intercambio de investigadores o becarios, asistencia a congresos, copublicaciones, etc. [11]. Aunque los estudios cuantitativos por sí solos no pueden hacer justicia a la dinámica del proceso de colaboración científica [44], los análisis basados en la coautoría de las publicaciones proporcionan una información aproximada [2, 32].

Utilizando esta medida como unidad de análisis (figura 4), los documentos firmados por una única institución (sin colaboración) presentan una tendencia descendente, pasando de un 70% de la producción al 43%. Esta situación difiere de la colaboración nacional, que llega a suponer más del 30%, y la colaboración internacional, que casi alcanza el 32%. Este comportamiento es acorde con las dinámicas de generación de conocimiento, en las que la colaboración se convierte en una norma, pero ¿es su ritmo de descenso/ascenso mayor o menor que el que se observa en otros campos?

Tomando la producción española como referente, las variaciones en los dos primeros tipos son ligeramente superiores en el ámbito agroalimentario. La principal diferencia es el aumento de la colaboración internacional. Mientras que la agroalimentación registra incrementos superiores al 200%, en el ámbito nacional este incremento es del 90%. También las posiciones de partida son distintas. En el año 1990, la agroalimentación coautoraba el 10% de su producción con otros países, frente al 19% nacional, y llega a alcanzar tasas similares en 2005 (32% frente al 35% del conjunto nacional). Por tanto, parece haberse

dado un fenómeno de internacionalización que está por encima del que se puede registrar en otras áreas.

> Gráfico 12.4. Patrones de colaboración en las ciencias agroalimentarias

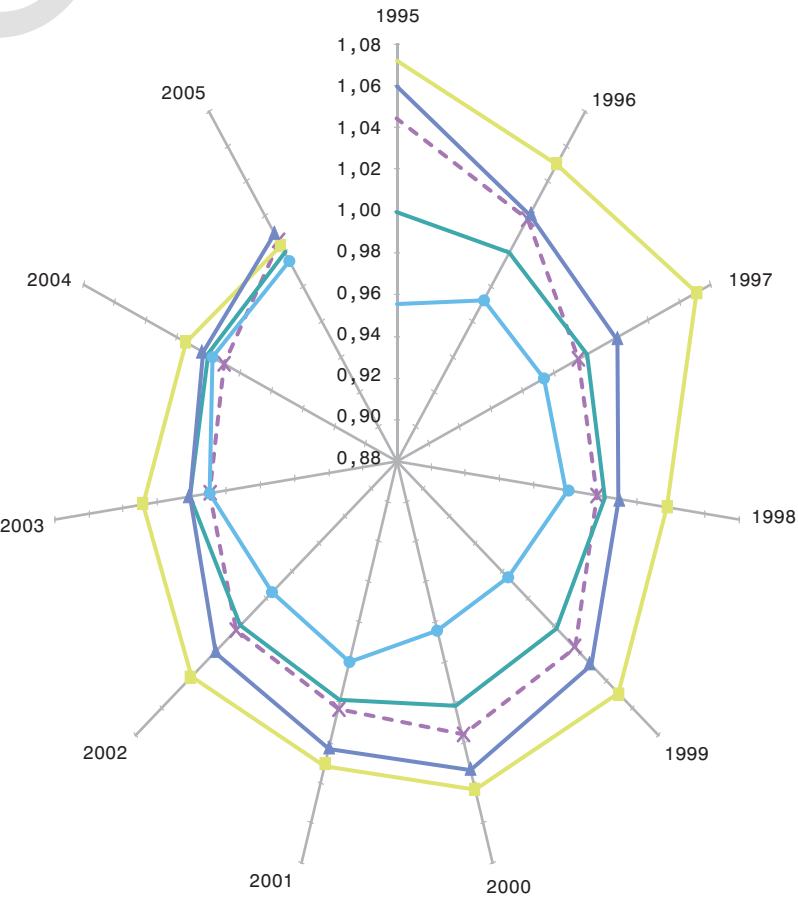


Fuente: elaboración propia son datos Web of Science.

Esta distribución suele tener correspondencia con la evolución de los indicadores de visibilidad. Generalmente, existe una correlación positiva entre el factor de impacto de la revista en la que se publica –y por extensión, del número de citas recibidas– y la participación de más de un autor (individual o institucional) [20, 17], especialmente en el caso de los socios extranjeros. En este caso, se constata la hipótesis de mayor visibilidad con socios que en solitario, pero no de cualquier socio. En la figura 5 se puede ver cómo la línea de la colaboración internacional es la que une los valores más altos. Estos valores son el factor de impacto relativo a los documentos producidos según los tipos de colaboración. Si aislamos cada subconjunto y lo comparamos con el factor de impacto medio del área, se puede establecer la distancia que hay entre ellos. Así, mientras que la producción sin colaboración apenas alcanza los valores medios hasta los últimos años,

la colaboración nacional y la internacional la superan todos los años. Además, se ha incluido un nuevo tipo con los documentos producidos exclusivamente entre instituciones nacionales y en el que se evita el solapamiento entre colaboración nacional e internacional. Se trata de la colaboración neta, cuyos resultados son evidentes: los mejores valores de visibilidad se dan con socios extranjeros. Por tanto, parece ser otro factor que favorece la mayor visibilidad del área.

> Gráfico 12.5. Visibilidad relativa a las ciencias agroalimentarias según el tipo de colaboración



Legenda:

- Internacional
- Neta
- Nacional
- Sin colaboración
- Ciencias Agroalimentarias

Fuente: elaboración propia son datos Web of Science.



mente, las tecnologías rompen esas barreras geográficas y la proximidad geográfica *per se* no es una condición necesaria ni suficiente para que la innovación tenga lugar, y sus efectos positivos o negativos están mediados por las dinámicas de las relaciones sociales dentro del sistema [3]. A pesar de esto, en la red se pueden identificar *clusters* de instituciones en las que se percibe una relativa concentración y cercanía, como en el caso de las instituciones gallegas, aragonesas, catalanas, valencianas y murcianas. Sin embargo, Andalucía o Madrid presentan instituciones muy dispersas en el mapa, que dan cuenta de su heterogeneidad en las relaciones y su capacidad para establecer vínculos interregionales.

La posición en la red también puede estar relacionada con los distintos frentes de investigación. Por ejemplo, las instituciones de la Comunidad Valenciana hacen pensar que existen tres posibles áreas temáticas. Esto también podría explicar la distribución en el gráfico de instituciones de un mismo sector o comunidad autónoma, como las instituciones andaluzas y madrileñas. Estos temas se abordarán en futuros trabajos.

Siguiendo con la posición, las instituciones más centrales suelen coincidir con las que mayor grado (*degree*) de relaciones tienen (Universidad de Córdoba, Centro de Ciencias Medioambientales del CSIC en Madrid, Universidad Politécnica de Valencia y Universidad Politécnica de Madrid). Conviene aclarar que el número de relaciones es para el periodo analizado. Por tanto, es posible que un único trabajo pueda ser realizado por un elevado número de instituciones y no implica que las relaciones sean permanentes. Además, no siempre coinciden las que obtienen los mayores valores de visibilidad con las que mayor grado presentan.

Sin embargo, el análisis combinado entre cercanía y visibilidad revela que, de las instituciones con un mayor grado y mayores valores de cercanía (*closeness*), una gran parte de ellas superan la media de impacto mundial, como la Universidad de Córdoba, la de Murcia, el IRTA, la Complutense, la Politécnica de Madrid, el Centro de Ciencias Medioambientales (con la visibilidad más baja), la Universidad de Almería, la Politécnica de Valencia, la de Castilla la Mancha, el Cebas del CSIC, la Autónoma de Barcelona, el Centro de Tecnología en Investigación Agroalimentaria y el CITINIA.

Por otra parte, no aparece una estructura centro-periferia. No hay un solo núcleo, sino varios cuyos actores están estrechamente rela-

cionados y ocupando posiciones estratégicas (Universidad de Córdoba y Universidad Politécnica de Madrid).

#### 5.10. Análisis de la red por sectores institucionales

La transferencia de conocimiento es cada vez más importante en todos los sectores productivos, tanto a nivel intraorganizativo como interorganizativo. El carácter más o menos heterogéneo de las relaciones entre instituciones de distintos sectores parece estar relacionado con la mayor capacidad de transferencia de conocimiento y de generación de capital social de la institución. Esto es así porque los flujos de conocimiento intersectorial tienen más probabilidad de terminar en procesos de innovación que la intrasectorial.

A partir de esta idea, definimos el grado sectorial de una institución como el indicador de su carácter endogámico o de su capacidad para exportar conocimiento. En este caso, parece que la Administración es el sector con la colaboración más heterogénea, con el mayor grado sectorial. Además, han conseguido una posición estratégica en la red a través de sus relaciones con los actores más productivos<sup>17</sup>, y son algunas de las instituciones que mayores valores de impacto consiguen. En esta situación destacan los CIFA (Centros de Investigación y Formación Agraria) y el IRTA (Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries), que se relacionan con los grandes productores, como la Universidad de Córdoba o la Universidad Politécnica de Madrid.

En el caso de las universidades, se observa que es el sector dominante en cuanto al número de instituciones y de documentos. Las más voluminosas, la Universidad de Córdoba y la Politécnica de Madrid, destacan por tener el mayor grado sectorial con instituciones extranjeras (cuyas aportaciones oscilan entre el 15 y el 20%, respectivamente). En el caso de la Universidad de Murcia, este indicador alcanza las mayores tasas con el sector empresas, lo que hace pensar que está produciendo un tipo de investigación más aplicada. Además, en términos de visibilidad, alcanza mejores resultados que las anteriores, siendo su colaboración internacional mucho menor, aunque su colaboración interregional (enlaces con comunidades autónomas distintas) es mucho más heterogénea que las anteriores.

**Nota 17.** Este indicador no considera el número de documentos que se producen en los distintos sectores con los que se colabora, excepto para el sector EXTRANJERAS, en el que se conoce el porcentaje de publicación.



La presencia del sector empresa es muy escasa, apenas representa el 4% del total de las instituciones. En principio, podríamos esperar que los centros de investigación públicos, como es el caso del INIA o los centros del CSIC, colaboren en mayor medida con la empresa debido a su carácter más especializado. Sin embargo, únicamente el CEBAS y el IRTA se relacionan con una empresa. Esto demuestra la escasa transferencia de conocimiento de las instituciones de investigación a la empresa. ¿Podemos esperar una evolución hacia una mayor colaboración universidad-empresa? En trabajos futuros se analizarán los efectos de ésta a lo largo del tiempo.

5.11. Análisis de la red por división continental

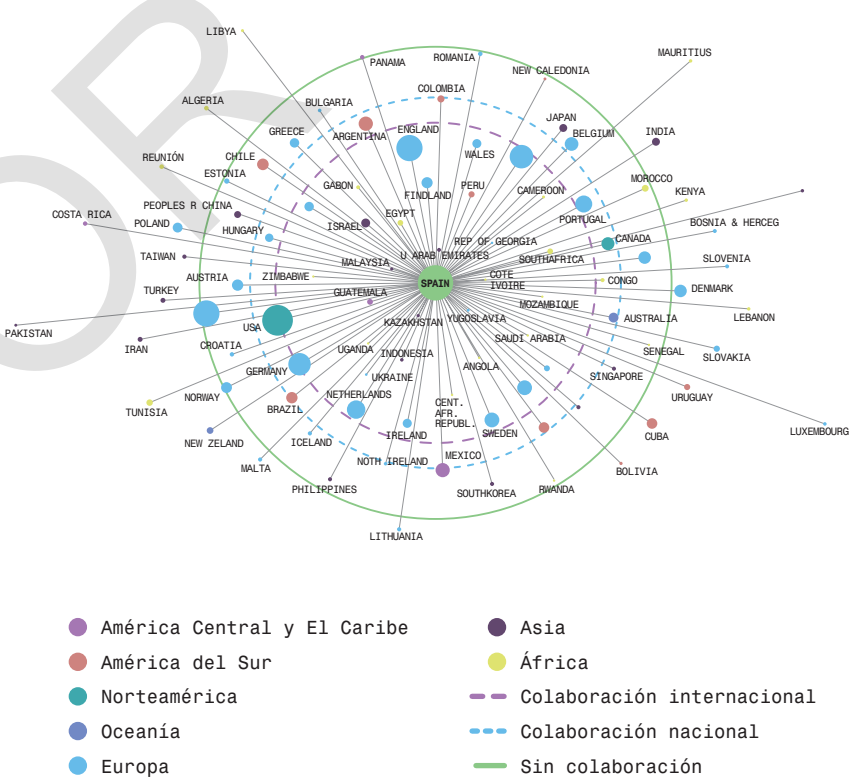
El incremento de la colaboración internacional se explica por los beneficios directos, relacionados con el incremento de la excelencia, y los indirectos, asociados a los beneficios políticos, sociales y económicos de los países colaboradores [16]. Siguiendo los flujos de conocimiento, podemos identificar que las regiones con las que más se colabora son, por orden descendente: Europa, Norteamérica y América del Sur, tanto por el número de instituciones como por el volumen de producción. África es el socio menos frecuente, junto a América Central y Oceanía.

En el caso concreto de Europa, parece que su colaboración está relacionada con el gran esfuerzo de la Comisión a través de los programas Marco, que pretenden integrar a un número cada vez mayor de países. Si se dispusiera de información evolutiva, podríamos monitorizar los esfuerzos de las políticas científicas por integrar a más países de distintas regiones geográficas en la red. En trabajos futuros intentaremos profundizar en el tema.

El hecho de que determinadas regiones queden fuera del círculo de relaciones podría tener que ver con la especialización temática de cada país o, con «desequilibrios institucionales», en su mayoría debidos a las distintas agendas de prioridades investigadoras que establecen los gobiernos.

Por otra parte, el origen de las 150 instituciones extranjeras colaboradoras es de tipo académico o vinculado a la Administración, perteneciente a algún ministerio u organismo público de investigación. La relación con el sector empresarial es prácticamente nula, tanto a nivel nacional como internacional, y podría deberse a la escasa competitividad económica del área.

> Gráfico 12.7. Red heliocéntrica de colaboración internacional en ciencias agroalimentarias



Fuente: elaboración propia son datos Web of Science.

No obstante, estas relaciones internacionales son un valor añadido que juega a favor de la visibilidad y repercusión en la comunidad científica internacional. La figura 4 muestra una red heliocéntrica con la colaboración internacional del área en el año 2005. Alrededor del nodo orbitan a mayor o menor distancia los países socios y su relación se representa con una línea cuya distancia es inversamente proporcional a la visibilidad. Se puede detectar rápidamente con qué países se publica más (mayor volumen) y con cuáles se consigue ser más visible (más cercanos al centro). Este análisis permite identificar los principales ejes geográficos, mostrando en qué medida y cómo repercuten esas relaciones en términos de visibilidad según los distintos tipos de colaboración [4, 5].

El mapa muestra un dato interesante y es que, a pesar de que la colaboración internacional aumenta el impacto, no todos los países

igual de rentables. En la producción de 2005, Mauritania, Argelia, Túnez, Nueva Zelanda, Polonia, etc., son menos «rentables» puesto que los documentos realizados en colaboración con los mismos obtienen una visibilidad menor que los documentos realizados sin colaboración. Por eso se sitúan fuera de la órbita sin colaboración. Los países que se sitúan dentro de la órbita central (impacto medio de la colaboración internacional) son los más rentables, con los que se consigue mayor visibilidad. Son en su mayoría europeos y con una producción relativamente importante: Inglaterra, Alemania, Italia, Holanda, Escocia y Suecia, aunque cabe destacar la aparición de países de procedencia heterogénea, muy cercanos al nodo (Emiratos Árabes, República de Georgia, Yugoslavia, Malasia, Guatemala, etc.), con los que, a pesar de tener una producción tangencial, se obtienen los mejores resultados.

El hecho de poder posicionar cada país en términos de producción y rentabilidad en el impacto convierte a las redes heliocéntricas de colaboración internacional en una herramienta útil para la toma de decisiones. Esta representación puede ser usada para la descripción tanto estática como dinámica del ámbito. El análisis evolutivo de estas relaciones dará información sobre su estabilidad y su capacidad de expansión y visibilidad. Así, se puede hacer un seguimiento de los resultados de proyectos conjuntos, alianzas estratégicas, etc.

## 6. Conclusiones

Uno de los aspectos fundamentales en el proceso de generación de conocimiento son los hábitos de comunicación de la comunidad científica. Las pautas de publicación son importantes en la medida en que internacionalizan los resultados de la investigación, ayudan a obtener una mayor difusión y visibilidad, que se traducen en credibilidad, reconocimiento científico e impacto académico. Esta simple asunción influye en el comportamiento de los investigadores, determinado en gran parte por las políticas de evaluación y reparto de fondos.

Así, el incremento de trabajos en revistas internacionales durante los últimos quince años sitúa a la agroalimentación española en el cuarto puesto mundial en cuanto a producción y citación. A nivel nacional, se consolida como área emergente por razones que van desde la inversión en I+D, el reconocimiento político como área prioritaria y

la propia dinámica de la generación de conocimiento, que la convierten en una fortaleza desde el punto de vista de la especialización y la visibilidad, tanto a nivel internacional como nacional.

Entre las pautas de publicación, cabe destacar la lengua de publicación y los tipos documentales, que claramente apuntan a una visibilidad internacional con la creciente importancia del inglés y del artículo científico y las revisiones. Por otra parte, la visibilidad deja claro que la política de publicación de este campo está dirigida hacia las mejores revistas del área.

Otro factor decisivo tiene que ver con la colaboración científica, en la que se detecta una homologación con el sistema universal de generación de conocimiento, con un descenso del número de documentos sin colaboración frente a una tendencia ascendente en la colaboración nacional e internacional. Este análisis aporta información relacional que permite combinar la información atributiva a partir de representaciones esquemáticas del campo. Así, mientras que el análisis inicial sitúa a Madrid, Andalucía y Cataluña como las comunidades más productivas, el análisis relacional nos dice además que las dos primeras tienen una función vertebradora en la generación de conocimiento, ya que se relacionan con muchas otras comunidades. Y en el caso de que desaparecieran, la red institucional quedaría desestructurada.

Por otra parte, el uso de las instituciones como unidades de medida queda suficientemente justificado porque, si bien la investigación la hacen los científicos, en última instancia están adscritos a estructuras administrativas denominadas instituciones. Éstas juegan un papel determinante en la emergencia, consolidación, especialización, visibilidad y expansión de los resultados de producción científica, de manera que la identificación de la estructura topológica institucional y la posición que ocupan en dicha estructura es un elemento clave e innovador para tener en cuenta las oportunidades que tienen de recibir o transmitir flujos de conocimiento al resto de las instituciones. Esta perspectiva es trascendental para los responsables de las políticas científicas porque les proporciona la oportunidad de explotar el potencial que supone la capacidad de distribución y absorción del conocimiento, no sólo a nivel individual sino institucional y así paliar la limitación de recursos de los que dispone el SECYT<sup>18</sup>.

**Nota 18.** Desde el IV Plan Nacional de Investigación y Desarrollo (2000-2003) se incide en la promoción de la coordinación entre los programas públicos y las iniciativas empresariales.

Este tipo de análisis institucional hace posible concluir que la naturaleza (pública, privada), la diversidad (sectores productivos) y el tipo de redes que se crean (densidad y fragmentación) producen especificidades locales en las pautas normativas que rigen la generación de conocimiento y su gestión a nivel político. En este sentido, cabe destacar el papel de la universidad y el sector administrativo como los sectores con más relaciones, con mayor capacidad de crear sinergias, frente a una escasísima participación empresarial. El sector privado sólo aparece ligado a Cataluña y Extremadura, con un carácter más empresarial que otras comunidades. Estos datos hacen pensar en un conveniente cambio de rumbo en la investigación agroalimentaria, ya que, siendo en estos momentos una potencia a nivel internacional, sería deseable que se vinculara esta fortaleza a las empresas como imagen de España en el mundo. Quizá sería un buen punto de partida para la dinamización de los resultados científicos en mejoras tanto laborales como sociales.

Este análisis debe complementarse con otras informaciones que contribuyan a la contextualización y a la solidez de la información. Aun así, consideramos que los resultados presentados, si bien no son completos y necesitan otras dimensiones y perspectivas de análisis, son útiles para investigadores y gestores. En especial, este análisis puede utilizarse en la toma de decisiones sobre alianzas estratégicas, ya que permite describir aspectos sobre la apertura de un determinado campo, el efecto de la proximidad geográfica y su repercusión en producción y visibilidad. Además, su potencial es tanto social como científico: social porque ayuda a los gestores en la evaluación de los efectos de las políticas destinadas a mejorarlos y a la posterior toma de decisiones, y, por supuesto, científico porque permite realizar estudios comparativos tan necesarios en las ciencias sociales para la emulación de las buenas prácticas.

Como líneas de investigación futuras nos planteamos profundizar en el carácter dinámico de estas redes para observar si existe una transformación de la estructura centro-periferia o, por el contrario, hay una tendencia a la creación de múltiples centros y una distribución menos jerárquica de los flujos de comunicación; analizar cuáles son las políticas de fomento de la colaboración que generan procesos de innovación (capital social) [6] y hacer un seguimiento de las relaciones con instituciones extranjeras para contribuir al establecimiento de alianzas que creen un mercado suficientemente

rentable. Éstas y otras muchas preguntas deberán ser analizadas con la debida cautela para poder identificar y rentabilizar la posición de España en este campo.

## Referencias

- [1] Boletín Oficial del Estado, núm 305. Sábado 21 de diciembre 2002 24909 Resolución de 28 de agosto de 1989, modificada y completada por el Real Decreto 1325/2002, disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2002/12/21/pdfs/A45002-45003.pdf> [última consulta: 20/12/2009].
- [2] Bordons, M.; Gómez, I. (2000): «Collaboration Networks in Science», en Cronin, B.; Atkins, H. B. (Eds.): *The Web of Knowledge: A Festschrift in Honor of Eugene Garfield*, pp. 197-213, Information Today, Medford.
- [3] Boschma, R. A. (2005): «Proximity and Innovation: A Critical Assessment», *Regional Studies*, 39 (1), pp. 61-74.
- [4] Chinchilla-Rodríguez, Z.; Moya-Anegón, F. (2007): *La Investigación Científica Española (1995-2002): Una Aproximación Métrica*, Universidad de Granada, Granada.
- [5] Chinchilla-Rodríguez, Z.; Vargas-Quesada, B.; Hassan-Montero, Y.; González-Molina, A.; Moya-Anegón, F. (2010): «New Approach to the Visualization of International Scientific Collaboration», *Information Visualization*, (en imprenta), disponible en: <http://www.palgrave-journals.com/ivs/journal/vaop/ncurrent/abs/ivs200931a.html> [última consulta: 07/12/2009].
- [6] Cooke, P.; Gómez-Uranga, M.; Etzebarria, G. (1997): «Regional Innovation Systems: Institutional and Organisational Dimensions» *Research Policy*, 26 (4-5), 475-491.
- [7] David, P.; Foray, D. (1995): «Accessing and Expanding the Science and Technology Knowledge Base», *Science, Technology and Industry*, 16, pp. 13-68.
- [8] De Bruin, R. E.; Moed, H. F. (1990): «The Unification of Addresses in Scientific Publications», en Egghe, L.; Rousseau R. (Eds.): *Informetrics 1989/90*, pp. 65-78, Elsevier Science Publishers, Ámsterdam.
- [9] De Bruin, R. E.; Moed, H. F. (1993): «Delimitation Of Scientific Subfields Using Cognitive Words From Corporate Addresses In Scientific Publications», *Scientometrics*, 26 (1), pp. 65-80.
- [10] Fernández, M. T.; Cabrero, A.; Zulueta, M. A.; Gómez, I. (1993): «Constructing a Relational Database for Bibliometric Analysis», *Research Evaluation*, 3 (1), pp. 55-62.
- [11] Fernández, M. T.; Gómez, I.; Sebastián, J. (1998): «Scientific Cooperation of Latin-American Countries Through Bibliometric Indicators», *Interciencia*, 23 (6), pp. 328-337.
- [12] Fry, J. (2006): «Scholarly Research and Information Practices: A Domain

- Analytic», *Information Processing & Management*, 42 (1), pp. 299-316.
- [13] Fundación Española de Ciencia y Tecnología. Portal de acceso a la Web of Knowledge. Disponible en: <http://www.accesowok.fecyt.es/> [última consulta: 07/11/2009].
- [14] Gálvez Martínez, C.; Moya Anegón, F. (2006): «The Unification Of Institutional Addresses Applying Parametrized Finite-State Graphs (P-FSG)», *Scientometrics*, 69 (2), pp. 323-345.
- [15] Gálvez Martínez, C.; Moya Anegón, F. (2007): «Standardizing Formats Of Corporate Source Data», *Scientometrics*, 70 (1), pp. 3-26.
- [16] Georghiou, L. (1998): «Global Cooperation in Research», *Research Policy*, 27, pp. 611-626.
- [17] Glänzel, W. (2001): «National Characteristics in International Scientific Co-Authorship Relations», *Scientometrics*, 51 (1), pp. 69-115.
- [18] Gómez, I.; Sancho, R.; Bordons, M.; Fernández, M. T. (2006): «La I+D en España a través de publicaciones y patentes», en: *Radiografía de la investigación pública en España*, pp. 275-302.
- [19] Grupo SCImago (2007): *Manual de criterios y procedimiento para la normalización, control de calidad y análisis sectorial de las instituciones españolas incluidas en las bases de datos de Thomson Scientific*, documento de trabajo 2007-01, Grupo SCImago-Universidad de Granada, Granada.
- [20] Katz, J. S.; Hicks, D. (1997): «Desktop Scientometrics», *Scientometrics*, 38 (1), pp. 141-153.
- [21] Katz, J. S.; Hicks, D. (1997): «How Much Is a Collaboration Worth? A Calibrated Bibliometric Model», *Scientometrics*, 40 (3), pp. 541-554.
- [22] Katz, J. S.; Martin, B. R. (1997): «What Is Research Collaboration», *Research Policy*, 26 (1), pp. 1-18.
- [23] Kretschmer, H. (1993): «Measurement of Social-Stratification - A Contribution to the Dispute on the Ortega Hypothesis», *Scientometrics*, 26 (1), pp. 97-113.
- [24] Kyvik, S.; Larsen, I. M. (1994): «International Contact and Research Performance», *Scientometrics*, 29(1), pp. 161-172.
- [25] Laranja, M.; Elvira, U.; Flanagan, K. (2007): *Policies for Science, Technology and Innovation: Traslating Rationales into Regional Policies in a Multi-level Setting*, Manchester Business School Working Paper, Number 527, disponible en: <http://www.mbs.ac.uk/research/workingpapers/image.aspx?a=134> [última consulta: 09/11/2009].
- [26] Maltras, B. (2003): *Los Indicadores Bibliométricos: Fundamentos Y Aplicación Al Análisis De La Ciencia*, Trea.
- [27] Maté, V. (2009): «Suenan Las Alarmas En El Campo Español», *El País, Negocios*, p.15, domingo 18 de octubre de 2009.
- [28] Melin, G.; Persson, O. (1996): «Studying Research Collaboration Using Co-Authorships», *Scientometrics*, 36 (3), pp. 363-377.
- [29] Moed, H. F.; Burger, W. J. M.; Frankfort, J. G.; Van Raan, A. F. J.; Moed, H. F. (1989): *The Use of Bibliometric Indicator for the Assessment of Research Performance in the Natural and Life Sciences*, DSWO Press, Leiden.

- [30] Moya Anegón, F.; Chinchilla-Rodríguez, Z.; Corera-Álvarez, E.; González-Molina, A.; Vargas-Quesada, B. (2008): *Indicadores Bibliométricos de la Actividad Científica Española, 2002-2006*, Fundación Española de Ciencia y Tecnología, Madrid.
- [31] Moya-Anegón, F.; Chinchilla-Rodríguez, Z.; Corera-Álvarez, E.; González-Molina, A.; Vargas-Quesada, B. (2007): *Galicia: Patrones de Colaboración Científica (ISI-WOS, 2004)*, Xunta de Galicia, Santiago de Compostela, disponible en: [http://www.bugalicia.org/adjuntos/estudios/Borrador\\_PatronesColaboracionCientificaGalicia\\_ISI-WOS\\_2004.pdf](http://www.bugalicia.org/adjuntos/estudios/Borrador_PatronesColaboracionCientificaGalicia_ISI-WOS_2004.pdf) [última consulta: 08/11/2009].
- [32] Okubo, Y.; Miquel, J. F.; Frigoletto, L.; Dore, J. C. (1992): «Structure of International Collaboration in Science - Typology of Countries Through Multivariate Techniques Using a Link Indicator», *Scientometrics*, 25 (2), pp. 321-351.
- [33] Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011. Disponible en: [http://www.plannacionalidi.es/plan-idi-public/documentos/plan\\_nacional\\_08-11.pdf](http://www.plannacionalidi.es/plan-idi-public/documentos/plan_nacional_08-11.pdf) [última consulta: 07/10/2009].
- [34] Rinia, E. J. (2000): «Scientometrics Studies and their Role in Research Policy of Two Research Councils in the Netherlands», *Scientometrics*, 2000, 47 (2), pp. 363-378..
- [35] Russell, J. (2000): «Publication Indicators in Latin America Revisited», en Cronin, B.; Atkins, H. B. (Eds.): *The Web of Knowledge: A Festschrift in Honor of Eugene Garfield*, Information Today, Medford.
- [36] Sanz Menéndez, L. (2000): «Indicadores Relacionales Y Redes Sociales En El Estudio De Los Efectos De Las Políticas De Ciencia Y Tecnología», *Cuaderno de Indicios*, 1, pp. 79-95.
- [37] Sanz Menéndez, L.; Castro Cruz, L. (2005): «Explaining the Science and Technologies Policies of Regional Governments», *Regional Studies*, 39 (7), pp. 939-954
- [38] Sci-Bytes (2007): *The 20 Most-Cited Countries in Agricultural Sciences, January 1996-December 31, 2006*, , disponible en: <http://www.in-cites.com/countries/top20agr.html> [última consulta: 06/10/2009].
- [39] Sci-Bytes (2009): *Science in the Germany, 2004-08*, disponible en: [http://sciencewatch.com/dr/sci/09/jul26-09\\_2/](http://sciencewatch.com/dr/sci/09/jul26-09_2/) [última consulta: 06/10/2009].
- [40] Sci-Bytes (2009): *Science in the Netherlands, 2004-08*, disponible en: [http://sciencewatch.com/dr/sci/09/sep20-09\\_2/](http://sciencewatch.com/dr/sci/09/sep20-09_2/) [última consulta: 06/10/2009].
- [41] Sci-Bytes (2009): *Science in the Switzerland, 2004-08*, disponible en: [http://sciencewatch.com/dr/sci/09/aug23-09\\_2/](http://sciencewatch.com/dr/sci/09/aug23-09_2/) [última consulta: 06/10/2009].
- [42] Sci-Bytes (2009): *Science in: Sweden, 2004-08*, disponible en: [http://sciencewatch.com/dr/sci/09/oct4-09\\_1/](http://sciencewatch.com/dr/sci/09/oct4-09_1/) [última consulta: 06/10/2009].
- [43] Sci-Bytes (2007): *Science in the Spain, 1981-2006*, disponible en [http://www.in-cites.com/research/2007/september\\_3\\_2007-2.html](http://www.in-cites.com/research/2007/september_3_2007-2.html) [última consulta: 06/10/2009].

- [44] Wang, Y.; Wu, Y.; Pan, Y.; Ma, Z.; Rousseau, R. (2005): «Scientific Collaboration in China as Reflected in Co-Authorship» *Scientometrics*, 62 (2), pp. 183-198.
- [45] Wasserman, S.; Faust, K. (1998): *Social Network Analysis: Methods And Applications*, Cambridge University Press, Cambridge.